



(19)

(11) Publication number: **200**

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: **10368458**

(51) Intl. Cl.: **H01L 21/304 B24B 37/04**

(22) Application date: **10.12.98**

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: **30.06.00**

(84) Designated contracting
states:

(71) Applicant: **OKAMOTO MACHIN
WORKS LTD**

(72) Inventor: **KUBO TOMIO**

(74) Representative:

(54) **POLISH END-POINT DETECTING METHOD FOR WAFER AND CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING DEVICE USED FOR THE SAME**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for detecting the end-point of CMP(chemical-mechanical polishing), which uses an index representing more precise conditions for the polish surface of a polished wafer.

SOLUTION: This method includes the steps of using a color discrimination sensor, wherein a light is projected from a light source and its reflection light is condensed into an optical fiber for recognizing the color component of light, the color component of a traced material on a wafer to be polished is recognized by a color discrimination sensor in digital value in advance, on-state is displayed when

surface of a rotating wafer (except for a center point) is irradiated with a light from the color discrimination sensor.

from the color discrimination sensor,
for detecting a digital value of wafer's
position coordinate and color
component, and a time when a
detected value (m) and a position (x,
y) match with a digital value (n) of
reference color component
representing an optimum wafer polish
end-point which is recorded in
advance and a wafer position (x, y)
value is taken as wafer's polish
end-point.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-183001

(P2000-183001A)

(43)公開日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テームト(参考)

H01L 21/304

622

H01L 21/304

622S

3C058

B24B 37/04

B24B 37/04

K

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全11頁)

(21)出願番号

特願平10-368458

(71)出願人 391011102

株式会社岡本工作機械製作所

神奈川県厚木市上依知3009番地

(22)出願日

平成10年12月10日(1998.12.10)

(72)発明者 久保 富美夫

神奈川県横浜市港北区箕輪町2丁目7番3

号 株式会社岡本工作機械製作所内

Fターム(参考) 3C058 AA07 AC04 BA07 CB03 DA02

DA17

(54)【発明の名称】 ウエハの研磨終点検出方法およびそれに用いる化学機械研磨装置

(57)【要約】

【課題】 研磨されたウエハの研磨面の状態をより精密に示す指標を用いてCMP研磨の終点を検出する方法の提供。

【解決手段】 光源から光を照射し、その反射光を光ファイバーに集光して光の色成分を認識するカラー識別センサを用い、予め研磨されるウエハ上の追跡する物質の色成分をカラー識別センサにデジタル値で認識させ、この色成分が認識されるときはonの状態に表示し、この色成分が認識されないときはoffの状態に表示し、回転しているウエハの表面の点(中心点は除く)に前記カラー識別センサより光を照射し、ウエハの位置座標と色成分のデジタル値を検出させ、この検出した値(m)と位置(x, y)が、予め記録した最適なウエハ研磨終了点を示す基準色成分のデジタル値(n)とウエハ位置(x, y)の値に一致したときをウエハの研磨終点とする。

「證明」→「詳細」→「證明」

【0004】このデバイスウエハでは、まずMOSFET間の素子分離には、CMP法を用いてシリコン基板101に形成された溝にシリコン酸化膜を埋め込んだ平坦化素子分離構造を採用し、さらにMOSFET上にはBPSG膜105を成長させ、このBPSG膜をCMP法で平坦化し、この平坦化したBPSG膜105にMOSFETの拡散層およびゲート電極に至るコンタクトホールが形成されており、シリカゲル粒子を酸化剤水溶液に分散させた研磨剤スラリーを用いてCMP法によりW

ルと第二配線溝に一括してアルミニウムの埋め込まれた第二埋め込みアルミニウム配線が形成されている。

【0005】これら埋め込みアルミニウム配線は、配線溝あるいは配線溝とスルーホールとに高温スパッタ法でアルミニウムの埋め込み膜を形成させ、研磨剤スラリーを用いてA1-CMP法で埋め込み平坦化を行う。さらに、第二シリコン酸化膜107上の低誘電率有機膜108に形成された第二スルーホールと第三配線溝に銅の埋め込まれた第三埋め込み銅配線と、第三スルーホールと第四配線溝に銅の埋め込まれた第四埋め込み銅配線が形成されている。これら埋め込み銅配線は、配線溝あるいは配線溝とスルーホールとにMOCVD法で銅の埋め込み成膜を行い、研磨剤スラリーを用いてCMP研磨して平坦化が行われて得られるものである。

【0006】このようにMOSFETの形成されたデバイスウエハの製造には、金属CMP法を用いたW、Al、Cu、Ti、TiN、WSi_x、TiSi_x等の金属埋め込み平坦化が多用されており、また、平坦化素子分離形成やBPSG膜表面の平坦化にも、酸化膜CMP法が適用されている。また、磁気ヘッド基盤は、図11に示すように基板101の上にパーマロイ層109を形成し、さらにアルミニウム絶縁層110を形成したウエハ1（図11a）を、化学的機械研磨によりパーマロイ層が露出する（図11d）までCMP研磨する。この際、パーマロイ層が2層から5層の複数層となることもある。

【0007】これらウエハの研磨において、人手を懸けない自動研磨の登場が市場より要望され、研磨終点を自動検出するCMP自動研磨装置が種々提案されている。かかる研磨の終点検出方法としては、

①研磨途中のウエハの肉厚を肉厚計で測定し、研磨量から終点を決定する方法（特開昭62-257742号、特開平9-193003号、特会平10-106984号、特開平10-98016号公報等）。

②研磨途中のプラテン、チャック機構のモーターの負荷電流、電圧、抵抗変化から終点を決定する方法（特開昭61-188702号、特開平6-252112号、特開平8-99625号、特開平9-70753号、特開平10-44035号、同10-128658号、同10-177976号等）。

【0008】③研磨途中のプラテン、チャック機構のモーターのトルク変化から研磨終点を決定する方法（特開平5-138529号、同6-216095号、同8-139060号、同8-197417号、同9-36073号、同9-262743号、同10-256209号等）。

④研磨途中のウエハの表面に形成された指標（例えば、研磨剤スラリー中に指標となるリン（P）トレーサー粒子を加え、研磨布上でのこれら指標の量を測定して研磨終了点を決定する方法（特開平2-241017号、同8-69987号）、微分干渉顕微鏡を用いてウエハ表面を観察して研磨終点を決定する方法（特開平5-234971号、同5-226203号）、等々が提案されている。

同8-174411号、同9-7985号、同10-160420号等）。

⑤研磨剤スラリー中に指標となるリン（P）トレーサー粒子を加え、研磨布上でのこれら指標の量を測定して研磨終了点を決定する方法（特開平2-241017号、同8-69987号）、微分干渉顕微鏡を用いてウエハ表面を観察して研磨終点を決定する方法（特開平5-234971号、同5-226203号）、等々が提案されている。

【0009】上記①のウエハの肉厚測定は、ウエハの一部分の肉厚を測定して行っており、ウエハ全体の肉厚分布を測定するには時間を長く要するので、精度が出ない。上記②の電流、電圧、抵抗、あるいは③のトルクから決定する方法では直にウエハ研磨表面を観察するものではないので、①と同様平坦化の精度が低い。上記④のレーザー光の反射光量を利用する方法は、ウエハに直接レーザー光を照射し、その反射光の光量で終点を決定するため、CMP研磨時に用いた研磨剤スラリーの水分がウエハ上に存在するとデータにバラツキが生じるため、レーザー光が入射、反射されるウエハ表面の点の位置を洗浄および乾燥させる装置を取り付ける必要があり、CMP装置にコンパクト化が求められるときは採用しがたいし、装置コストも高くなる。又、洗浄、乾燥のために研磨加工が中断される。⑤の指標の添加は、ウエハの研磨に与える影響、CMP研磨後の後加工に与える影響が不明であり、採用し難い。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、ウエハ表面に水分が存在していても、また、研磨されているウエハの表面の平坦化が進行中で、検出機器とウエハ間距離の微小のズレがあってもウエハ表面物性の検出データに振れが無いウエハの研磨終点を検出する方法およびそれに用いる研磨終点検出装置の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の1は、光源から光を照射し、その反射光を光ファイバーに集光して光の色成分を認識するカラー識別センサを用い、予め研磨されるウエハ上の追跡する物質の色成分をカラー識別センサにデジタル値で認識させ、この色成分が認識されるときはonの状態に表示し、この色成分が認識されないときはoffの状態に表示し、回転しているウエハの表面の点（中心点は除く）に前記カラー識別センサより光を照射し、ウエハの位置座標と色成分のデジタル値を検出させ、この検出した値（m）と位置（x，y）が、予め記録した最適なウエハ研磨終了点を示すウエハの色成分のデジタル値と一致したとき、研磨を終了する。

【発明の効果】本発明の請求項1は、上記に示すように、カラー識別センサが複数用いられることを特徴とする。本発

ルコールが、グリコール類としては、エチレングリコール、トリメチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール等が挙げられる。

【0021】研磨剤スラリー中に占める水性分散媒の含有量は、70～99重量%、好ましくは90～99重量%である。70重量%未満ではスラリーの粘度が高くなり研磨剤スラリーの基板上への供給性およびスラリーの貯蔵安定性が悪い。研磨向上剤、砥粒の分散剤の機能を有する研磨油としては、各種界面活性剤、エチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、フルオニック系非イオン性界面活性剤（エチレンオキシドとプロピレンオキシドの付加反応物）等が挙げられる。

【0022】界面活性剤としては、アニオン性界面活性剤、カチオン性界面活性剤、ノニオン性界面活性剤、両性界面活性剤、またはアニオン性界面活性剤とノニオン性界面活性剤との併用、アニオン性界面活性剤と両性界面活性剤との併用、カチオン性界面活性剤とノニオン性界面活性剤との併用、カチオン性界面活性剤と両性界面活性剤との併用が挙げられる。界面活性剤の種類は、砥粒の分散性、研磨速度に大きく寄与する。

【0023】アニオン性界面活性剤としては、パルミチン酸ナトリウム塩、ステアリン酸ナトリウム塩、オレイン酸カルシウム、ステアリン酸アルミニウム、パルミチン酸ナトリウム、カリウム塩等の金属石鹸、アルキルポリオキシエチレンエーテルカルボン酸塩、アルキルフェニルポリオキシエチレンエーテルカルボン酸塩、硫酸化脂肪酸アルキルエステル、硫酸モノアシルグリセリン塩、第二アルカンサルホン酸塩、N-アシル-N-メチルタウリン酸、ドデシルベンゼンスルホン酸ソーダ、アルキルエーテルリン酸、リン酸アルキルポリオキシエチレン塩、燐酸アルキルフェニルポリオキシエチレン塩、ナフタレンスルホン酸ソーダ、ペルフルオロアルキルリン酸エステル、スルホン酸変性シリコンオイル等が挙げられる。これらの中でも、金属石鹸、HLBが5以上の、スルホン型アニオン界面活性剤、燐酸エステル型アニオン性界面活性剤、フッ素系または塩素系アニオン性界面活性剤およびこれらの2種以上の併用が好ましい。

【0024】アニオン性界面活性剤は、スラリー中、0.05～2重量%用いられる。0.05重量%未満では、粒子の分散性が悪く、粒子が沈降しやすい。2重量%を超えても分散性、研磨速度の効果のより向上は望めないし、排水処理の面では少ない方が好ましい。ノニオ

ソルビタンエステル、ポリオキシエチレンひまし油、脂肪酸蔗糖エステル、ポリオキシエチレン、オキシプロピレンアルキルエーテル等が挙げられる。

【0025】具体的には、ジラウリン酸ポリオキシエチレングリコールエステル、トリデシルポリオキシエチレンエーテル、ノニルフェニルポリオキシエチレンエーテル、モノステアリン酸ポリオキシエチレングリコール等が挙げられる。好ましくは、HLBが10以上の化合物が好ましい。ノニオン性界面活性剤は、0.1～10重量%用いられる。両性界面活性剤としては、N-アルキルスルホベタイン変性シリコンオイル、N-アルキルニトリロトリ酢酸、N-アルキルジメチルベタイン、N-トリメチルアンモニオ脂肪酸、N-アルキルβ-アミノプロピオン酸、N-アルキルβ-イミノジプロピオン酸塩、N-アルキルオキシメチル-N,N-ジエチルベタイン、N-アルキルイミダゾリン誘導体、N-アルキルスルホベタイン等が挙げられる。

【0026】アニオン性界面活性剤と、ノニオン性界面活性剤または両性界面活性剤を併用するときは、アニオン性界面活性剤1重量部に対し、ノニオン性界面活性剤または両性界面活性剤0.1～5重量部の割合で用いる。併用により、スラリーの貯蔵安定性が向上する。研磨剤スラリー中に占めるノニオン性界面活性剤または両性界面活性剤の含有量は、0.1～10重量%、好ましくは0.1～5重量%である。0.1重量%未満では研磨剤スラリーの貯蔵安定性の向上に効果がない。10重量%を超えても分散性のより向上は望めない。

【0027】分散助剤としては、ヘキサタリン酸ソーダ、オレイン酸、第一リン酸カルシウム等が挙げられる。pH調整剤としては、水酸化カリウム、水酸化ナトリウム、モルホリン、アンモニア水等が挙げられる。防錆剤としてはアルカノールアミン、アルカノールアミンホウ酸縮合物、モノエタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、硼酸アルカノールアミン塩、ベンズイソチアゾリン類等の含窒素有機化合物が挙げられる。消泡剤としては、流動パラフィン、ジメチルシリコンオイル、ステアリン酸モノ、ジグリセリド混合物、ソルビタンモノパルミチエート等が挙げられる。

【0028】銅張層等の金属を研磨するときは、シリカゲル、酸化剤をイオン交換水に分散させたスラリーが用いられる。酸化剤としては、過酸化水素、硝酸鉄、硫酸銅、硝酸セリウムアンモニウム等が用いられる。必要により、硫酸、塩酸、酢酸等の酸が加えられる（特開平8-197414号、同9-208934号、同10-6

（5）000-183001（P2000-184問8）

【0029】付加反応物として、脂肪酸ポリオキシエチレンエーテル、脂肪酸ポリオキシエチレン

【0030】酸化剤として、過酸化水素、硝酸鉄、硫酸銅、硝酸セリウムアンモニウム等が用いられる。必要により、硫酸、塩酸、酢酸等の酸が加えられる（特開平8-197414号、同9-208934号、同10-6

塩基とともに、イオン交換水に分散させたスラリーが用いられる（特開平8-153696号、同9-82667号）。

【0029】カラー識別センサ：カラー識別センサは、光を照射（投光）し、反射した光を光ファイバーに集光して光の色成分を検出するもので、登録した基準色にどれだけ近いかを一致度として0～999で表示するデジタルカラー識別センサであって、かつ、予め研磨されるウエハ上の追跡する物質（金属、絶縁層）の色成分を基準色としてデジタル値でカラー識別センサに認識させ、この色成分が認識される（デジタル値以上の値）ときはonの状態にLED（赤）表示し、この色成分が認識されない（デジタル値未満の値）ときはoffの状態にLED（緑）表示できるものである。また、SETボタンで感度設定後、色むらや汚れを許容したいときもデジタル値を見ながら許容範囲域の感度微調整できるものである。かかるデジタルカラー識別センサとしては、キーンズ（株）よりデジタルカラー判別センサCZ-41、CZ-40（特開平6-241904号）およびアンプ301としてCZ-V1が販売されている。これに更に受光量を各々12bitでデータ化するA/DコンバータFS01（商品名）を内蔵させれば色成分の感度はかりでなく、光量をも合わせてデジタル表示可能となる。このセンサの応答時間は300μs～1msで、出力切替は記録（登録）色と同色成分時は出力on、登録色と異色時は出力offのモード、または登録色と同色時は出力off、登録色と異色時は出力onのモードに切り替えることができる。

【0030】図3にカラー識別センサ300の1例を示す。カラー識別センサは認識部であるアンプ301と光をウエハ面に投光し、この反射光を集光する光ファイバユニット313と色成分を記録する記録部と、基準色の色成分のデータを記録するOKデータ記録部、演算部、および制御部を備える。アンプ301はSETボタン302、LEDデジタル数値表示モニタ303、出力表示灯304、MODE切替スイッチ305、出力切替スイッチ306、設定値調整キー307、光ファイバ308、レンズ309、緑LED310、青LED311、赤LED312、光ファイバ313a、313bが接続されるコネクタ314a、314b、シーケンス等の外部機器が接続されるケーブル315を備える。

【0031】また、アンプ本体は、図4、図5に示す制御部316を有している。制御部（CPU）は、OKデータ（m）記憶部のROM、データ書き換えのラッチ回路部のRAMから構成されるマイクロコンピュータであ

り、0とが接続され、これらは図3に示すように光軸が一直線上となるように1列に並置され、コネクタ314aに配置されている。コネクタ314aの延長部には光源の前記3種のLED310、311、312が設けられ、ドライバ322により点灯駆動されるようになっている。図4に示すように光源は緑LED、青LEDおよび赤LEDに代えてハロゲンランプ321に代えてもよい。

【0032】前記アンプ301に接続される光ファイバユニット313は、被検出物（ウエハ）wに光を照射し、その反射光を取り込むための検出端部323を有しており、単芯の光ファイバ313a（投光用）、複芯の313b（入光用）に接続されている。単芯の光ファイバ313aは投光用であり、3種のLEDの光軸が一つとなった光が導かれる複芯の光ファイバ313bは入光用である。図6に入出力回路の接続図を、図7に出力回路を、図8に入力回路を示す。

【0033】ウエハ終点検出の測定：図1または図2に示すように、CMP研磨装置1上のまたは下の定められた位置に固定された検出端部323を介してカラー識別センサ300からウエハw表面に投光すると、ウエハから反射した光は検出端部323からコネクタを介してセンサ310、311、312、313bに入光し、色が0～999の間の値にデジタル表示される。本発明のウエハ研磨終点検出方法においては、①最初に手動でウエハがCMP研磨され、この研磨が終了された最適時点のウエハ表面上の決められた位置座標（x，y）での物質、例えば（Ti，W等）の色成分を基準色としてカラー識別センサ300に記録させる（例えばWのデジタル数値995）。

【0034】以下、説明を容易とするため、全面を銅張りしたウエハのCMP研磨を以って説明する。ついで、②手動でウエハを化学機械研磨し、最適な平坦化が行われたときを研磨終点として、そのときのウエハが1回転する時間（例えば1秒）のon（995～999）を示すウエハの位置座標（x，y）とセンサが読み取った色成分のデジタル値（m）をカウンターで読み取り、OKデータ回路（ROM）に記憶（入力）する。センサーが読み取る値はウエハの中心点を中心とする同一円周上の値である。

【0035】ついで、③自動CMPモードに研磨装置1を変更し、定められた時間（この例ではウエハが1回転する1秒）毎にウエハの位置座標（x'，y'）とセンサが読み取った色成分のデジタル値（n）をカウンターで読み取り、ラッチ回路（RAM）に送信し、前述のR

位置座標

位置座標

位置座標

（x'，y'）および色成分の値（m）と（x'，y'）の両者が一致したときをウエハの研磨終点としてシーケン

図3 カラー識別センサ300の構成図

図4 カラー識別センサ300の制御部316の構成図

図5 カラー識別センサ300の出力回路の構成図

図6 カラー識別センサ300の入力回路の構成図

図7 カラー識別センサ300の出力回路の構成図

図8 カラー識別センサ300の入力回路の構成図

サ318よりCMP研磨装置にウエハの回転の終了、研磨盤の回転の終了を伝え、研磨作業を終了させる。

【0036】カラー識別センサは、on時は赤LED表示、off時は緑LED表示の表示灯を備えているので、例えばプラゲWを基準色（デジタル値995）として995～999の値が検出されたらonに設定すれば、研磨初期は銅が多いので殆どoffの緑LED表示がなされ、順次、Wが検出されてonの赤LEDが増加していくので、アンプ301のこのLEDランプを目視し、赤であるときと緑であるときの回数の割合を比較しておれば、銅張りウエハのCMPのときは初期は出てこなかった赤の回数が終盤に多くなってくればウエハの研磨終点が近づいたことが判別できる。図9に銅張りウエハCMP時の研磨前の銅張りウエハwの表面状態(a)、研磨途中で銅Cuの一部が研磨されて消滅しデバイスパターンが見えてきた状態(b)および配線に用いられた銅以外の銅がすべて研磨され、デバイスパターンがウエハ全面に現れた研磨終点状態ウエハ(c)を示す。

【0037】

【発明の効果】本発明のウエハのCMP研磨終点の検出方法は、レーザー光の反射光量で検出する従来の研磨終点検出法、超音波利用の研磨終点検出法と比較して、ウエハ上の水分の存在によるレーザー光や音波の乱反射の影響を受けないので、また、ウエハ表面に段差があっても、検出器とウエハ間の距離の変動があっても距離の影響を受けないカラー識別センサーを用いて被検出物のカラーをデジタル表示で感じるので、極めて正確に研磨終点を検出できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】カラー識別センサを備えたCMP研磨装置の1例を示す平面図である。

【図2】カラー識別センサを備えたCMP研磨装置の他の例を示す平面図である。

【図3】カラー識別センサの斜視図である。

【図4】カラー識別センサのアンプの制御部の平面図である。

【図5】アンプの制御部の詳細を示す平面図である。

【図6】カラー識別センサの入出力回路の接続図である。

【図7】カラー識別センサの出力回路の図である。

【図8】カラー識別センサの入力回路の図である。

【図9】銅張りウエハを研磨したときのウエハ表面状態の変化を示す上面図である。

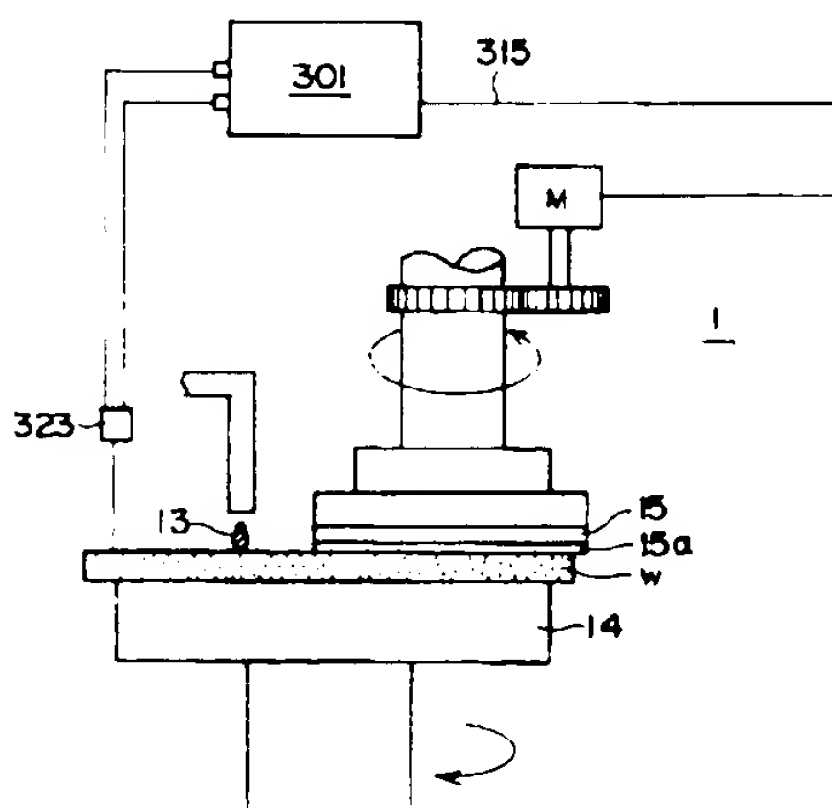
【図10】多層配線構造を有するシリコンウエハの断面図である。

【図11】磁気ヘッドの絶縁膜を研磨する際のディスクの研磨状態の変化を示す図である。

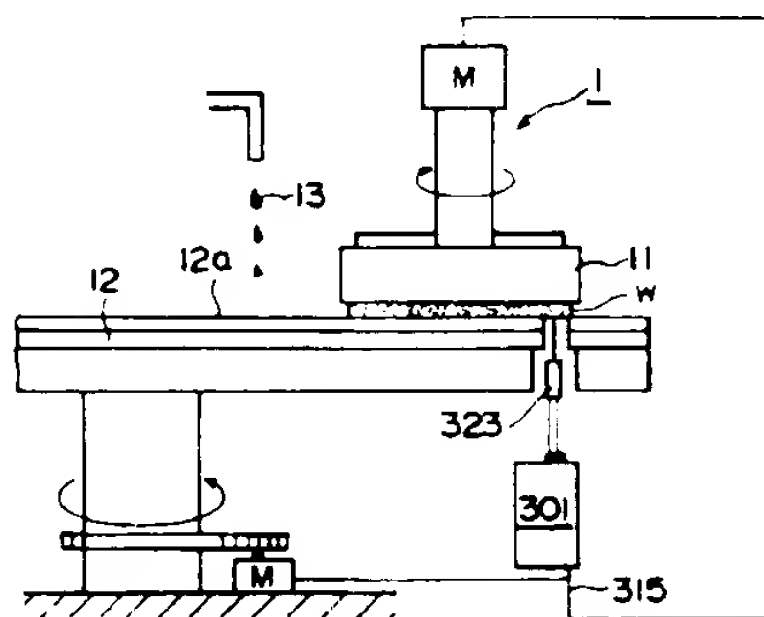
【符号の説明】

w	ウエハ
1	CMP研磨装置
11	チャック機構
12	プラテン
13	研磨剤スラリー
300	カラー識別センサ
301	アンプ
313	光ファイバ
323	検出部

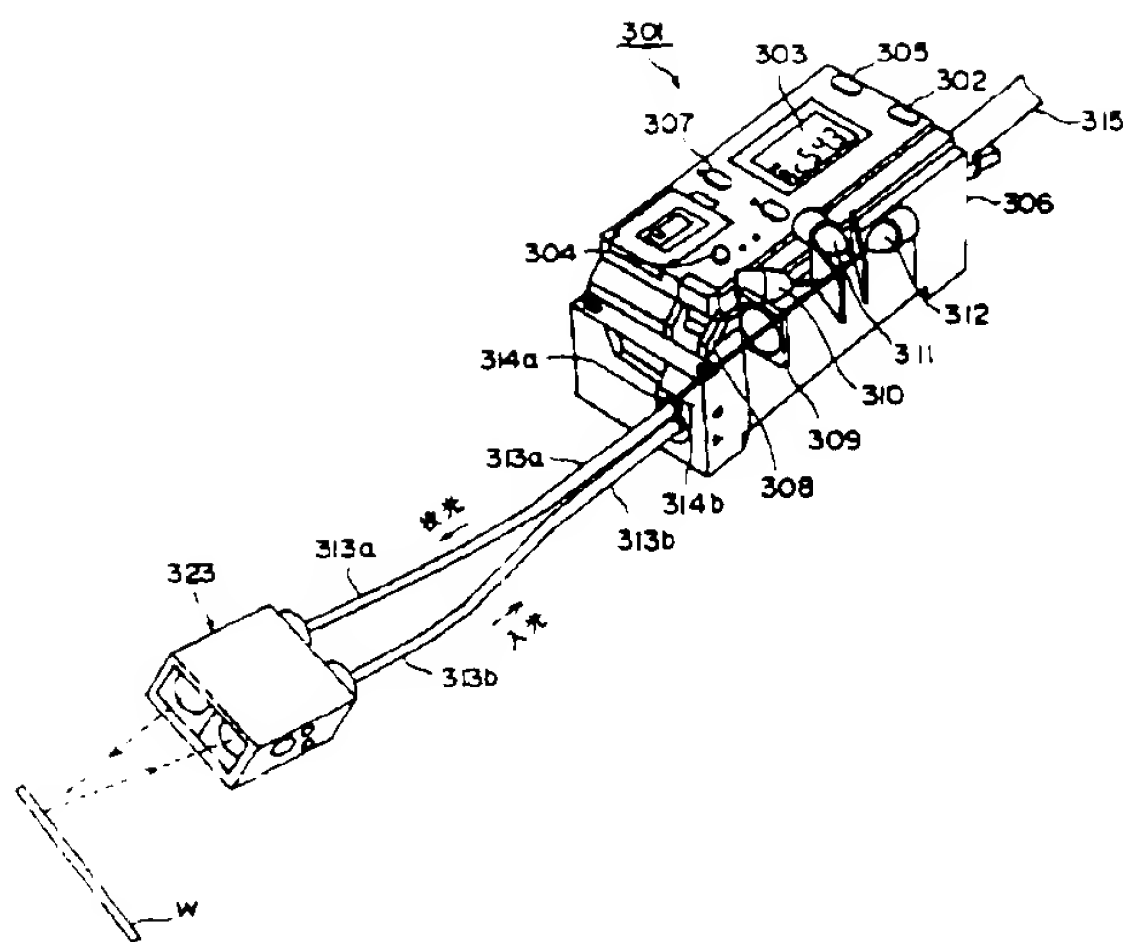
【図1】



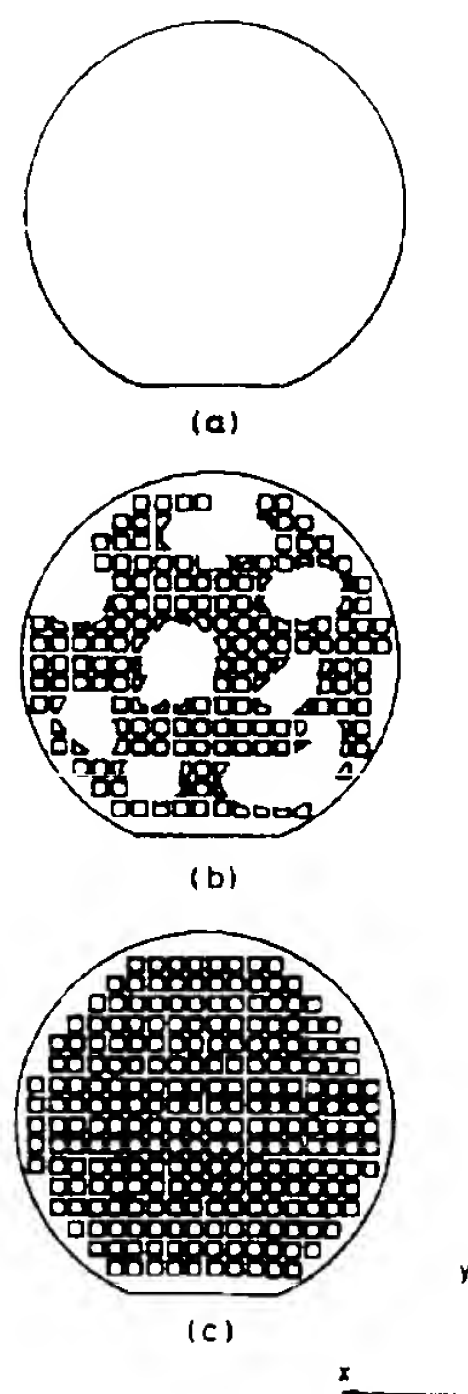
【図2】



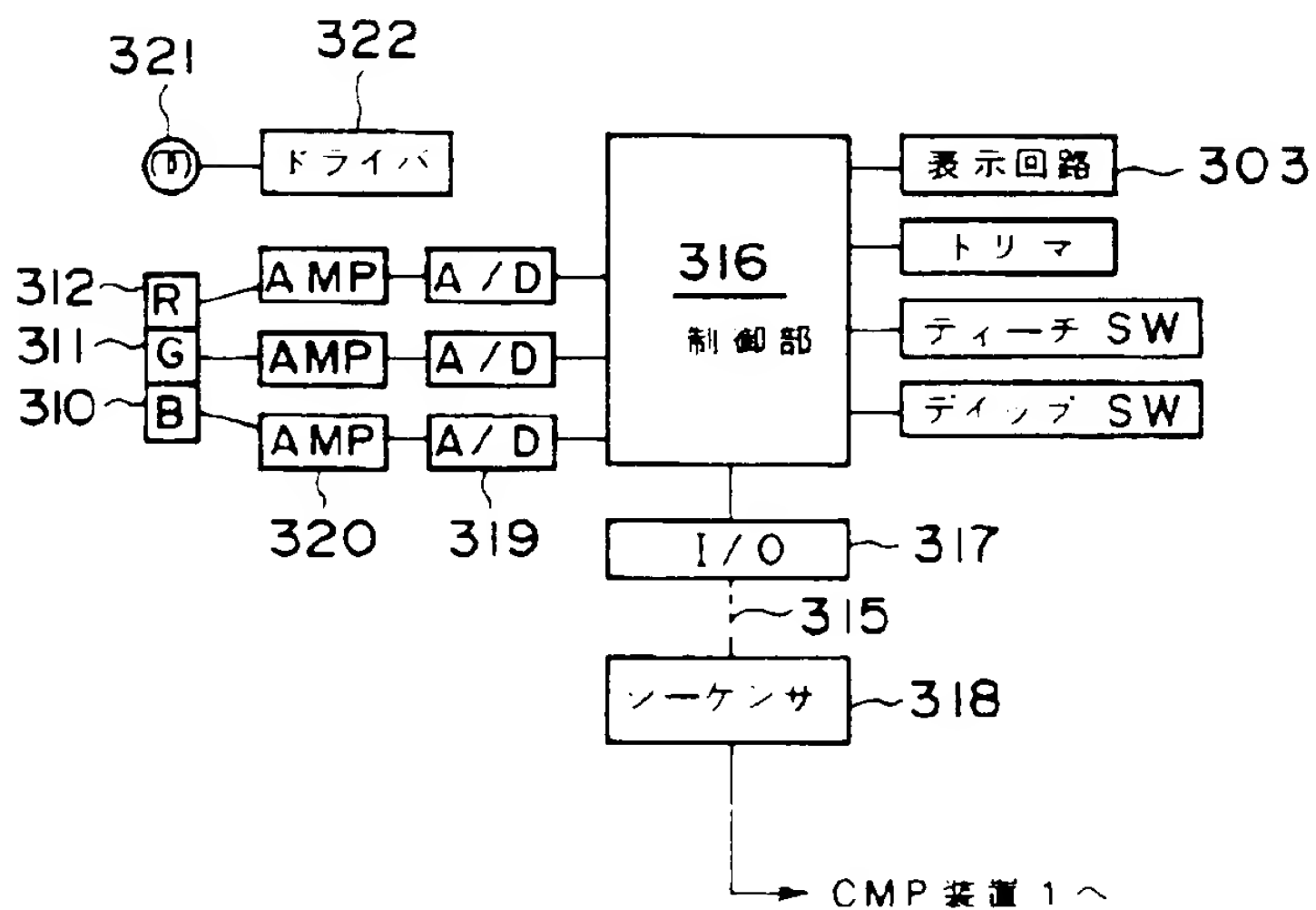
【図3】



【図9】

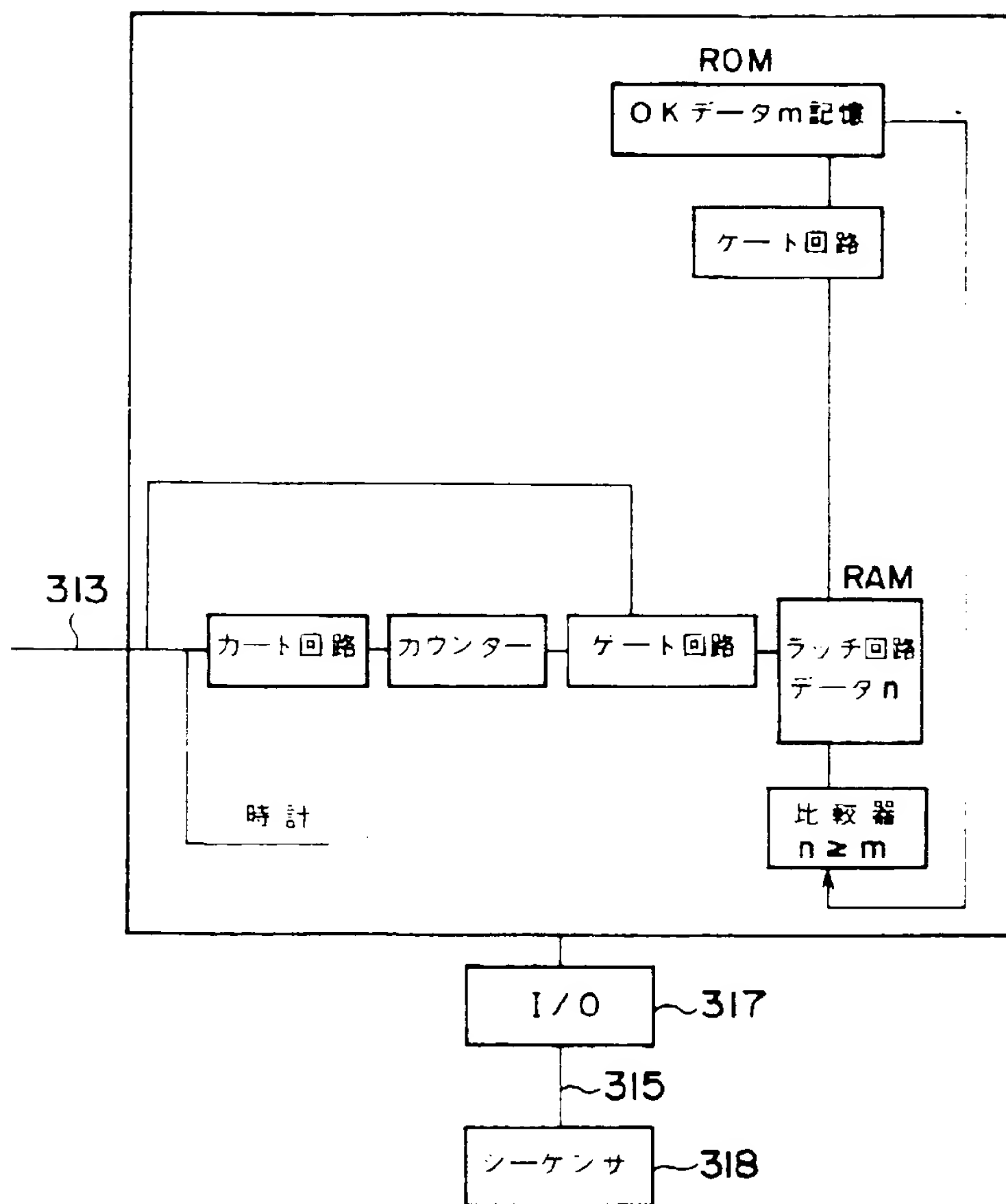


【図4】

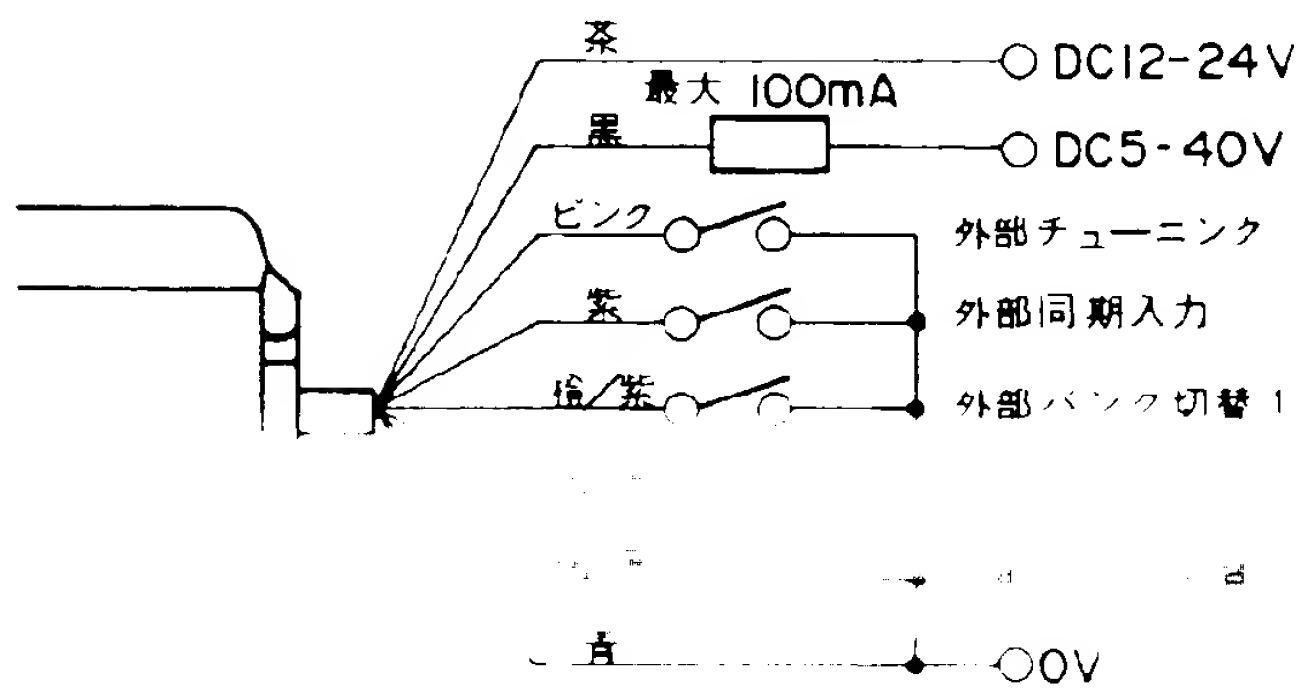


【図5】

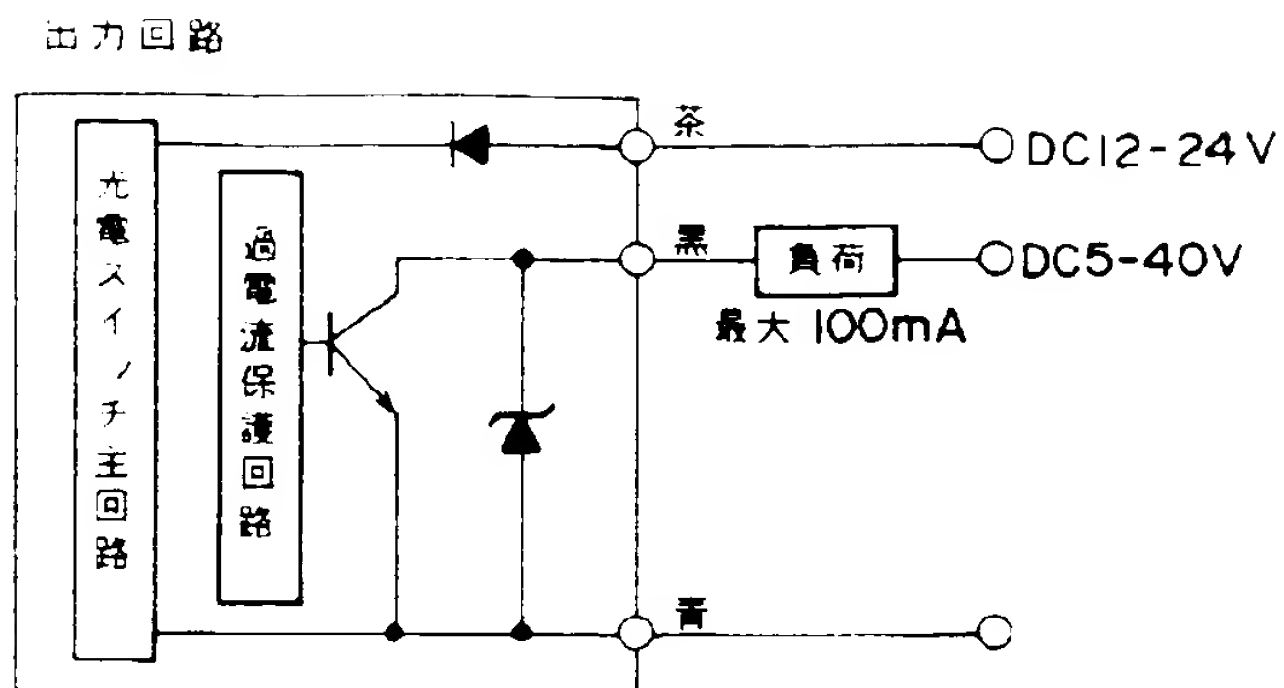
316 制御部 (CPU)



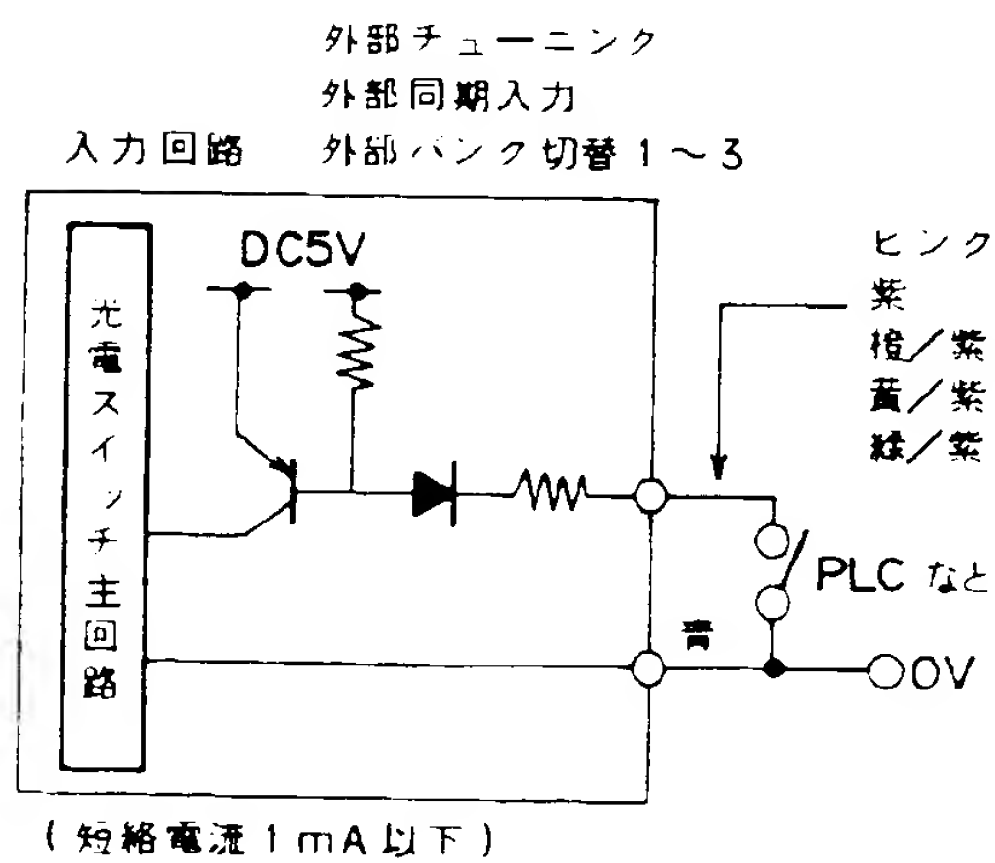
【図6】



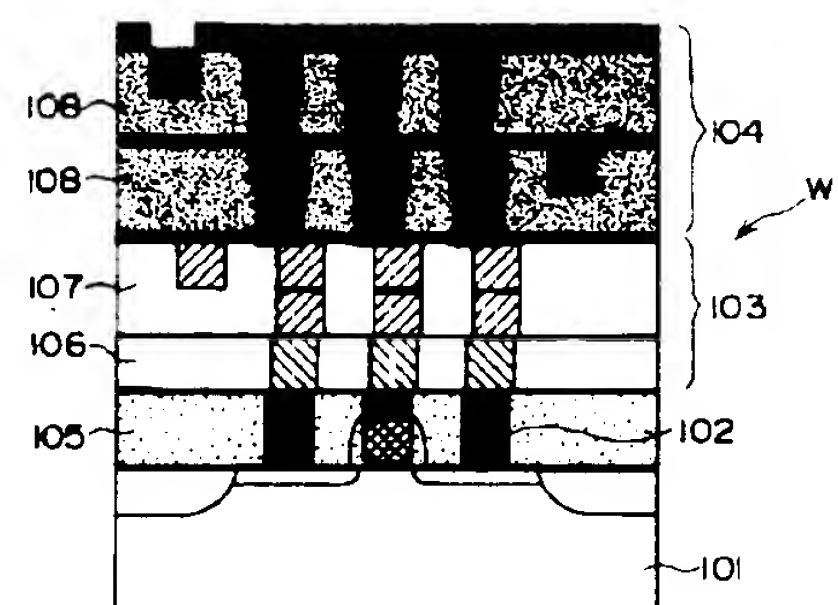
【図7】



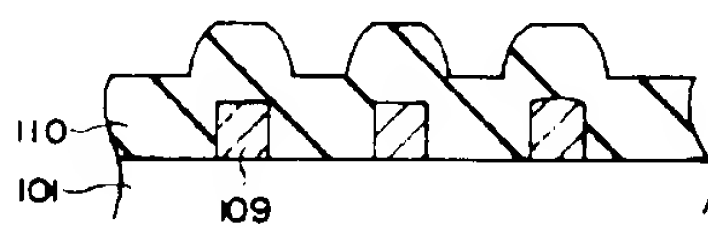
【図8】



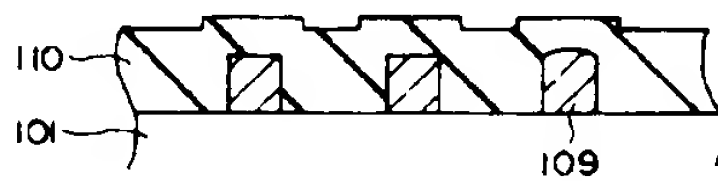
【図10】



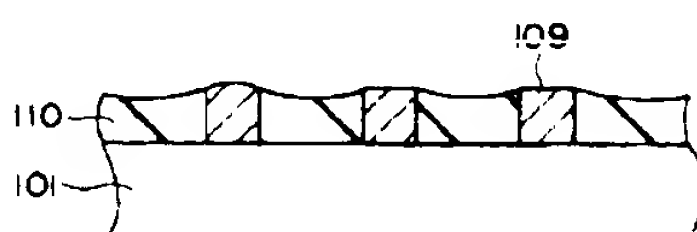
【図11】



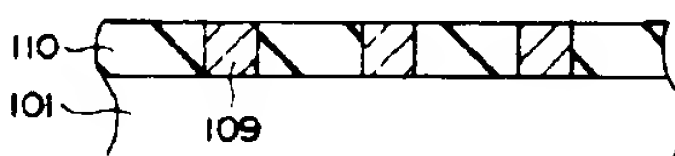
(a)



(b)



(c)



(d)